

Wire Arc Additive Manufacturing

Untersuchung und Optimierung des Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) Prozesses

Diplomand



Simon Ryf

Einleitung: Additive Fertigungsverfahren ermöglichen die schichtweise Herstellung metallischer Bauteile direkt aus digitalen CAD-Daten und gewinnen zunehmend an Bedeutung in der industriellen Fertigung. Insbesondere im Metallbereich eröffnen sie neue Freiheitsgrade hinsichtlich Geometrie, Materialeffizienz und Nachhaltigkeit. Pulverbasierte Verfahren bieten zwar eine hohe Präzision, sind jedoch aufgrund hoher Kosten und begrenzter Bauraumgrößen für grossformatige Bauteile nur eingeschränkt geeignet.

Das Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) stellt eine wirtschaftliche Alternative dar. Es basiert auf Lichtbogenschweisssprozessen, bei denen ein kontinuierlich zugeführter Metalldraht aufgeschmolzen und schichtweise aufgebaut wird. Das Verfahren zeichnet sich durch hohe Auftragsraten, geringe Materialkosten und die Eignung für grossvolumige Strukturen aus. Gleichzeitig bestehen Herausforderungen hinsichtlich Prozessstabilität, geometrischer Genauigkeit und Oberflächenqualität.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen robotergestützten WAAM-Versuchsstand an der OST in Betrieb zu nehmen, den Prozess experimentell zu untersuchen und zentrale Einflussgrößen sowie typische Fehlerbilder zu identifizieren.

Vorgehen / Technologien: Im Rahmen der Arbeit wurde ein WAAM-System bestehend aus Industrieroboter, digitaler Schweißstromquelle und der Software AiBuild aufgebaut und parametrisiert. Zunächst wurden die theoretischen Grundlagen des Prozesses sowie relevante Parameter wie Schweißstrom, Spannung, Drahtvorschub, Verfahrensgeschwindigkeit und Schutzgasführung analysiert.

Nach der Inbetriebnahme wurden mehrere Versuchsreihen durchgeführt. Dabei kamen lineare Schweißraupen, mehrlagige Wandstrukturen und einfache komplexe Geometrien zum Einsatz. Die Prozessparameter wurden systematisch variiert, um deren Einfluss auf Schichtgeometrie, Prozessstabilität und Bauteilqualität zu untersuchen. Besonderes Augenmerk lag auf Nahtanfängen und -enden sowie auf Richtungswechseln.

Die gefertigten Proben wurden visuell beurteilt und geometrisch vermessen. Typische Fehlerbilder wie Materialanhäufungen, Oxidation oder instabile Lichtbogenführung wurden dokumentiert und ausgewertet.

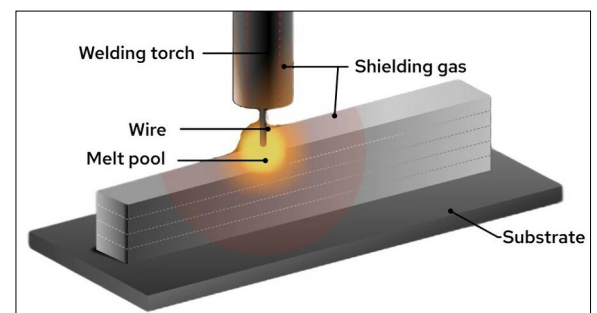
Ergebnis: Die Untersuchungen zeigen, dass das aufgebaute robotergestützte WAAM-System zuverlässig betrieben werden kann. Die Kommunikation zwischen Roboter, Schweißstromquelle und AiBuild-Software funktioniert stabil, sodass automatisierte additive Schweißprozesse möglich sind. Ein kontinuierlicher Materialauftrag und der Aufbau mehrlagiger

Wandstrukturen konnten erfolgreich realisiert werden. Gleichzeitig wurden prozessbedingte Herausforderungen identifiziert. An Nahtanfängen und -enden traten Geometrieabweichungen auf, während bei komplexeren Bahnverläufen eine hohe Sensitivität gegenüber Bahnplanung und Parametrierung festgestellt wurde. Zudem zeigte sich der starke Einfluss der Schutzgasführung auf die Oberflächenqualität.

Die Arbeit liefert damit eine kompakte experimentelle Grundlage für den zukünftigen Einsatz des WAAM-Systems an der OST und zeigt sowohl das Potenzial als auch die Grenzen des Verfahrens auf.

Schematische Darstellung des WAAM-Prozesses

<https://metalaserlab.com>



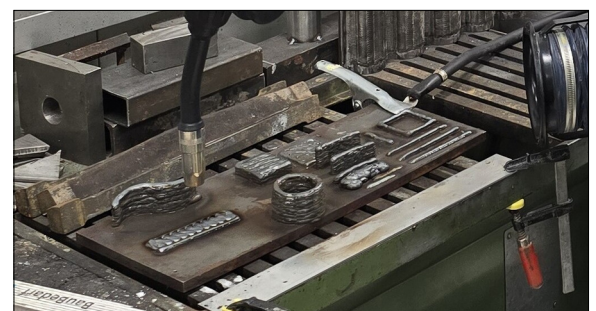
Schweiß Roboter im Einsatz

Eigene Darstellung



Schweißversuche

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr.Ing.
Mohammad Rabiey

Korreferent

Dr. Wolfgang Knapp,
Ingenieurbüro Dr. W.
Knapp

Themengebiet

Automation & Robotik,
Fertigungstechnik